

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-023456

(43)Date of publication of application : 26.01.2001

(51)Int.Cl.

H01B 11/18

H01B 1/02

H01B 7/04

(21)Application number : 11-191718

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 06.07.1999

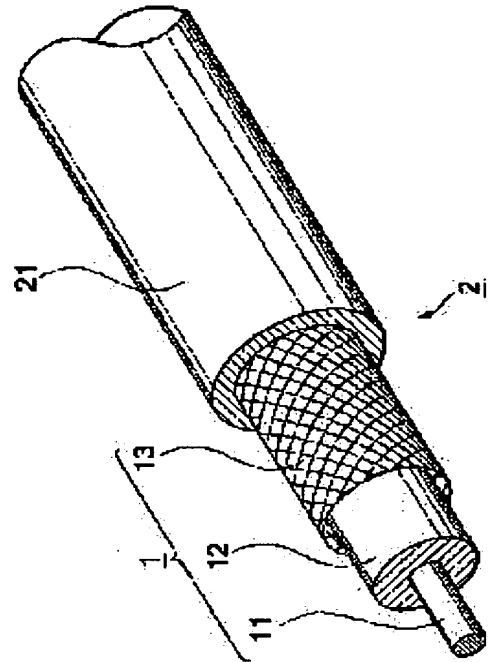
(72)Inventor : SATO KAZUHIRO
YOKOI KIYONORI
CHIBA YUKIFUMI

(54) COAXIAL CABLE STRAND, COAXIAL CABLE, AND COAXIAL CABLE BUNDLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a coaxial cable strand, a coaxial cable, and a bundle of coaxial cables having a sufficient resistance against bending, capable of preventing the connection part from severance and short-circuiting effectively, and excellent in economy.

SOLUTION: This coaxial cable strand 1 is composed of a center conductor 11, an insulating member 12 surrounding the center conductor 11, and an external conductor 13 surrounding the insulating member 12, wherein the center conductor 11 is formed of a single wire of a metal material containing copper and silver, having a tensile strength of 120 kgf/mm² and an electric conductivity of 60-90% IACS. A coaxial cable 2 and a bundle of coaxial cables are formed of the strand 1.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-23456

(P 2 0 0 1 - 2 3 4 5 6 A)

(43) 公開日 平成13年 1 月 26 日 (2001. 1. 26)

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

テマコード^{*} (参考)

H01B 11/18

H01B 11/18

C 5G301

1/02

1/02

A 5G311

7/04

7/04

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-191718

(22) 出願日 平成11年 7 月 6 日 (1999. 7. 6)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 33 号

(72) 発明者 佐藤 和宏

栃木県鹿沼市さつき町 3 番 3 号 住友電気
工業株式会社関東製作所内

(72) 発明者 横井 清則

栃木県鹿沼市さつき町 3 番 3 号 住友電気
工業株式会社関東製作所内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外 3 名)

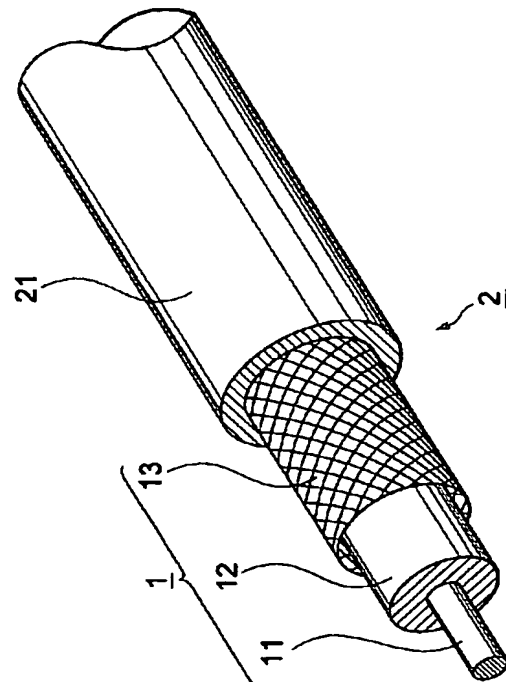
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 同軸ケーブル素線、同軸ケーブル、及び同軸ケーブルバンドル

(57) 【要約】

【課題】 十分な耐屈曲性を有しつつ、接続部の断線や短絡を有効に防止することができるとともに、経済性に優れた同軸ケーブル素線、同軸ケーブル、及び同軸ケーブルバンドルを提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明の同軸ケーブル素線 1 は、中心導体 11 と、この中心導体 11 の周囲を覆っている絶縁体 12 と、この絶縁体 12 の周囲を覆っている外部導体 13 とを備えるものであって、中心導体 11 は、銅及び銀を含有する金属材料から成る単線で形成されており、かつ、引張強さが 120 kg f/mm^2 以上であり、かつ、導電率が $60 \sim 90\%$ IACS であることを特徴とする。また、本発明の同軸ケーブル 2 及び同軸ケーブルバンドルは、その同軸ケーブル素線 1 を有するものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心導体と、該中心導体の周囲を覆っている絶縁体と、該絶縁体の周囲を覆っている外部導体とを備える同軸ケーブル素線であって、前記中心導体は、銅及び銀を含有する金属材料から成る単線で形成されており、かつ、引張強さが 120 kg f/mm^2 以上であり、かつ、導電率が $60\sim90\%$ IACSであることを特徴とする同軸ケーブル素線。

【請求項2】 前記中心導体の塑性伸びが、下記式

(1) で表される関係を満たすことを特徴とする請求項1記載の同軸ケーブル素線。

$$0.2\% \leq L \leq 2.0\% \quad (1)$$

[式中、Lは塑性伸び(%)を示す。]

【請求項3】 前記金属材料における銀の含有率が $2\sim10$ 重量%であることを特徴とする請求項1又は2に記載の同軸ケーブル素線。

【請求項4】 前記中心導体の引張強さと、前記外部導体の引張強さとが、下記式(2)で表される関係を満たすことを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の同軸ケーブル素線。

$$T_g \leq T_c \leq T_g \times 3 \quad (2)$$

[式中、 T_c は前記中心導体の引張強さを示し、 T_g は前記外部導体の引張強さを示す。]

【請求項5】 前記中心導体の外径が、 $0.010\sim0.2\text{ mm}$ であることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の同軸ケーブル素線。

【請求項6】 請求項1～5のいずれか一項に記載の同軸ケーブル素線と、該同軸ケーブル素線の周囲を覆っている外皮部材と、を備えることを特徴とする同軸ケーブル。

【請求項7】 前記同軸ケーブル素線を複数本備えており、前記各同軸ケーブル素線が前記外皮部材の内側に並列配置されたことを特徴とする請求項6記載の同軸ケーブル。

【請求項8】 請求項6又は7に記載の同軸ケーブルを複数本備えており、前記各同軸ケーブルが外套部材の内側に配置されたことを特徴とする同軸ケーブルバンドル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、同軸ケーブル素線、同軸ケーブル及び同軸ケーブルバンドルに関し、特に、電気信号を伝送する同軸ケーブルに用いられる同軸ケーブル素線、その同軸ケーブル素線を含む同軸ケーブル、及びその同軸ケーブルを含む同軸ケーブルバンドルに関する。

【0002】

【従来の技術】超音波診断装置の診断プローブや内視鏡等の医療機器、産業用ロボット等に用いられる信号伝送用の電線ケーブル、ノート型コンピュータ等の情報機器

に用いられる内部接続用の電線ケーブル等は、使用中に繰り返し屈曲されることにより、歪みが蓄積してついには破壊に至るおそれがある。したがって、このような電線ケーブルとして用いられる同軸ケーブル（又はその素線）の中心導体には、耐屈曲性を高めるために多数の導体素線を撚り合わせた電線（いわゆる撚線）が広く用いられている。このような同軸ケーブルの例として、特開平9-35541号公報には、繊維強化銅マトリックス複合導体を材料とする電線及びその電線を用いたケーブルが開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のような撚線を中心導体とした同軸ケーブルは、可撓性に優れる反面、圧接時に導体素線の配列が崩れることによって圧接不良が生じてしまい、使用時に断線するおそれがあった。また、ピッチパターンの狭い回路基板へ中心導体をはんだ付けする場合に導体素線がばらけてしまい、短絡が生じるおそれがあった。よって、このような同軸ケーブル端末の接続処理作業は、検査を含めて極めて煩雑であった。このような問題に加えて、撚線の製造には手間が掛かるため、耐屈曲性に優れるとともに製造及び接続処理コストを低減できる同軸ケーブルが望まれていた。

【0004】そこで、本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、十分な耐屈曲性を有しつつ、接続部の断線や短絡を有効に防止することができるとともに、経済性に優れた同軸ケーブル素線、同軸ケーブル、及び同軸ケーブルバンドルを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明者らは鋭意研究を重ね、中心導体の材質及び引張強さと電線の耐屈曲性との間に密接な関係があることを見出し、本発明に到達した。すなわち、本発明の同軸ケーブル素線は、中心導体と、その中心導体の周囲を覆っている絶縁体と、その絶縁体の周囲を覆っている外部導体とを備える同軸ケーブル素線であって、中心導体は、銅及び銀を含有する金属材料から成る単線で形成されており、かつ、引張強さが 120 kg f/mm^2 以上であり、かつ、導電率が $60\sim90\%$ IACSであることを特徴とする。

【0006】上記用途に使用されるケーブル素線及びケーブルには、高い耐屈曲性が要求されるが、従来の銅を含む金属材料から成る単線は屈曲寿命（破断に至る屈曲の回数）が短く、要求される耐屈曲性を十分に満足できない。ところが、上記のように構成された本発明の同軸ケーブル素線によれば、中心導体に単線を用いているにもかかわらず、屈曲寿命が極めて長いことが判明した。一般に、引張強さが大きくなるにつれ疲労限は大きくなるが、屈曲特性に関しても同様に、引張強さが大きい方

が屈曲特性に優れることが認められた。

【0007】また、中心導体の塑性伸びが、下記式
(1) ;

$$0.2\% \leq L \leq 2.0\% \quad (1)$$

[式中、Lは塑性伸び(%)を示す。]で表される関係を満たすと好ましい。120kgf/mm²以上で同一の引張強さを有し、かつ、塑性伸びが異なる導体を中心導体に用いた同軸ケーブルの屈曲試験を行ったところ、塑性伸びが上記式(1)の範囲にある中心導体を使用した同軸ケーブルは、その範囲の下限未満の塑性伸びしか持たない中心導体を使用した同軸ケーブルよりも、屈曲寿命が長く、屈曲特性に優れることが判明した。この傾向は、中心導体が撚線から成る従来構造の同軸ケーブルよりも、本発明による中心導体が単線から成る同軸ケーブルの方が顕著であった。屈曲試験においては、中心導体表面に対して塑性伸び以上の歪みが付与されており、同軸ケーブルという特殊な形態下では、本発明による中心導体の塑性伸びが従来のもよりも大きくなると考えられる。よって、このような条件下では、最も大きな歪みを受ける中心導体表面部における亀裂の発生、及びその亀裂の伝搬は、本発明による同軸ケーブル素線を構成する中心導体の方が、より抑制されるためと推定される。

【0008】さらに、中心導体が単線なので、圧接時の配列の崩れによる圧接不良が生じない。よって、同軸ケーブル素線の使用時の断線を十分に防止できる。さらに、狭ピッチパターンの回路基板へ中心導体をはんだ付けする場合に、中心導体がばらけることがない。よって、短絡が発生することを十分に防止することができる。したがって、接続時の検査の負担を軽減でき、同軸ケーブル素線を接続処理する際の作業工数を格段に低減することができる。さらに、中心導体が単線なので、同軸ケーブル素線の端末をプレス等で加圧変形させる際に、プレス圧等の条件が一定であれば、中心導体の断面形状が画一的に、すなわち均一となるように変形される。よって、複数の同軸ケーブル素線を、基板等の接続点に一括で確実に、例えていうならば、集積回路(IC)を基板に挿着するように極めて簡易に接続することが可能となる。その結果、同軸ケーブル素線を接続処理する際の作業工数を一層低減することができる。

【0009】またさらに、導電率が上記の範囲とされているので、導電率が小さ過ぎて信号伝送時に中心導体内部に発生するジュール熱による伝送損失の増大を防止できる。また、信号伝送時のジュール熱発生による伝送損失の増大を防止できるので、そのような伝送損失を抑えるために中心導体の径を太くする必要がない。また、導電率と引張強さとは、通常、相反する傾向にあるが、金属材料の含有成分として銅に銀を所定量含めることにより、中心導体において上記範囲の導電率と引張強さを同時に発現できると考えられる。加えて、絶縁体を可撓性

を有する部材とすれば、同軸ケーブル素線の屈曲時に絶縁体が破断する可能性を低減できる。

【0010】さらに、上記金属材料における銀の含有率が2~10重量%であるとより好ましい。このような組成の金属材料を用いて、例えば、通常の線材の製造方法と同種の方法によって中心導体を製造することにより、上記の引張強さ及び導電率を有する単線の中心導体を確実に得ることができる。したがって、同軸ケーブル素線の屈曲特性を格別に向上させることが確実になるとともに、接続処理時の圧接不良及び短絡の発生が確実に防止され、接続処理における作業工数を格段に低減することができる。

【0011】またさらに、本発明者らは、中心導体及び外部導体のそれぞれの破断機構に関して研究を重ね、良好な耐屈曲性が得られる条件を見出すに至った。すなわち、中心導体の引張強さと外部導体の引張強さとが、下記式(2)で表される関係を満たすと好適である。

$$T_g \leq T_c \leq T_g \times 3 \quad (2)$$

[式中、T_cは前記中心導体の引張強さを示し、T_gは前記外部導体の引張強さを示す。]

このようにT_cの値が上記範囲にあると、同軸ケーブル素線が屈曲される際に、中心導体及び外部導体のいずれか一方の屈曲部に応力が集中してしまうことが防止され、いずれか一方の塑性変形が他方よりも大きくならない。その結果、中心導体及び外部導体のいずれか一方の耐屈曲性が他方よりも極端に低くなることが防止される。

【0012】さらにまた、中心導体の外径(直径)が、0.010~0.2mmであると好適であり、0.020~0.15mmであるとより好ましい。一般に、屈曲試験は、同じ荷重、同じマンドレル径(金属棒の径)で行われる(後述する屈曲試験方法についての説明を参照)ため、中心導体の外径が0.010mm未満であると、中心導体にかかる応力が大きくなるため、屈曲寿命が低下する傾向にある。また上記外径が0.2mmを超えると、中心導体に加わる歪みが大きくなるため、同様に屈曲寿命が低下する傾向にある。

【0013】また、本発明の同軸ケーブルは、本発明による同軸ケーブル素線と、その同軸ケーブル素線の周囲を覆っている外皮部材とを備えることを特徴とする。上述の如く、本発明の同軸ケーブル素線の耐屈曲性は格段に向上されており、外皮部材に可撓性を有する部材を用いれば、十分に優れた耐屈曲性を有する同軸ケーブルを得ることができる。また、同軸ケーブル素線の接続処理が極めて簡易なため、同軸ケーブルを基板やコネクタに接続する際の作業工数を格段に低減することができる。

【0014】さらに、本発明の同軸ケーブルは、本発明による同軸ケーブル素線を複数本備えており、各同軸ケーブル素線が上記外皮部材の内側に並列配置されると好適である。このようにすれば、同軸ケーブル素線の並列

方向に沿う軸まわりの曲げに対する耐屈曲性に優れた同軸ケーブルを得ることができる。また、同軸ケーブル素線を並列に配置しない場合に比して、同軸ケーブルの厚さを薄くすることができ、よって、機器内の狭隙部への設置が可能となる。

【0015】また、本発明の同軸ケーブルバンドルは、本発明による同軸ケーブルを複数本備えており、各同軸ケーブルが外套部材の内側に配置されたことを特徴とする。このようにすれば、本発明による同軸ケーブルの耐屈曲性が十分に優れており、その同軸ケーブルが集合されて配置されるので、外套部材に可撓性を有する部材を用いれば、同軸ケーブルと同等又はそれ以上の耐屈曲性を有する同軸ケーブルバンドルが得られる。加えて、同軸ケーブル素線の末端が均一な形状に加工処理されるので、基板やコネクタの接続点に、同軸ケーブルバンドルを確実にかつ簡易に接続することが可能となる。よって、同軸ケーブルバンドルの接続処理に要する作業工数を低減することが可能となる。

【0016】なお、本発明における「引張強さ」及び「塑性伸び」とは、JIS C 3002に規定され、

「抗張力」といわれることもある。また、「引張強さ」の単位換算は、例えば、下記式(3)に示す関係によって行うことができる。

$$1 \text{ kgf/mm}^2 = 9.807 \text{ MPa} \quad (3)$$

また、「導電率」とは、JIS C 3001に規定される値であり、「IACS」は、International Annealed Copper Standardの略である。さらに、「屈曲試験」は下記の方法による。

【0017】〈屈曲試験方法1〉図5は、本発明における屈曲試験（いわゆる左右屈曲試験）を説明するための模式図である。まず、中心導体の試験体100の中央部を、2本の金属棒51（外径2mm）で挟み、試験体100の下端に5gのおもり52を取り付ける。次に、この状態で試験体100の上半分を各金属棒51に90°巻き付けるように屈曲させる。なお、左右各1度ずつの屈曲を1回とし、30回/分の頻度で屈曲させ、試験体が破断に至る屈曲回数を測定する。

【0018】〈屈曲試験方法2〉試験体100として多芯同軸ケーブル（同軸ケーブルバンドル）を用い、金属棒51の外径を25.4mmとし、おもり52の重量を500gとすること以外は、上記屈曲試験1と同様に下記項目について測定を行う。

(1) 中心導体又は外部導体が破断に至る屈曲回数

(2) 屈曲回数30万回実施後の絶縁破壊の有無：試験体100の中心導体と外部導体間に1000Vの直流電圧を印加したときの電流値により評価を行う。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、添付図を参照して、本発明による同軸ケーブル素線、同軸ケーブル及び同軸ケーブルバンドルの好適な実施形態を説明する。なお、同一の

要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0020】〈同軸ケーブル素線及び同軸ケーブル〉図1は、本発明の同軸ケーブルに係る一実施形態を示す斜視図であり、図2は、同断面図を示す。同図に示すように、同軸ケーブル2は、同軸ケーブル素線1が筒状の外皮21（外皮部材）の内側に同軸状に配置されたものである。この同軸ケーブル素線1は、金属材料から成る単線で形成された中心導体11の周囲が絶縁体12で覆われており、更にその絶縁体12の周囲が外部導体13で覆われて成っている。以下、これら各構成部材について詳細に説明する。

【0021】中心導体11は、銅を主成分とし、銀を含有する金属材料から成る単線である。この金属材料中の銀の含有率は、好ましくは2～10重量%、より好ましくは2～6重量%、特に好ましくは3～5重量%とされている。このような組成を有する金属材料は、導電性に優れており、上記の好ましい組成範囲では、引張強さ120kgf/mm²以上、導電率60～90%IACSを確実に達成することが可能である。

【0022】また、この金属材料の製造方法は、特に限定されるものではないが、例えば、銅及び銀地金を所定量溶解、鑄造して鑄塊とし、この鑄塊を熱間又は冷間加工することにより線状とし、更に熱処理と冷間加工とを行うことで、引張強さが120～160kgf/mm²の単線である中心導体11が得られる。

【0023】一方、中心導体11の導電率は、材料の金属材料と同じく、60～90%IACSとされている。この導電率が60%IACS未満であると、信号伝送時に中心導体内部に発生するジュール熱が増大して伝送損失が顕著となる傾向にあり、一方、導電率が上記上限値を超える場合には、金属材料の組成、特に、銀の含有率を変化させる必要があり、その結果、中心導体11の引張強さを上記の範囲に保つことが困難な傾向となる。また、先に述べたように、導電率と引張強さとは、通常、相反する傾向にあるが、金属材料組成を上記の好ましい範囲とすることにより、中心導体11における高導電率と大きな引張強さを同時にかつ確実に達成することが可能となる。

【0024】また、中心導体11の塑性伸びは、好ましくは下記式(1)；

$$0.2\% \leq L \leq 2.0\% \quad (1)$$

〔式中、Lは塑性伸び(%)を示す。〕で表される関係を満たしている。同一の引張強さを持つ素材を中心導体に使用した場合、塑性伸びが大きい方が良好な耐屈曲性を有する同軸ケーブル素線及び同軸ケーブルが得られる。特に、中心導体11が単線から成る同軸ケーブル素線1及び同軸ケーブル2では、中心導体が撚線から成る同軸ケーブルに比してこの傾向が顕著となる。これは、一般に、中心導体を受ける歪みが0.2%以上となるような条件で屈曲試験が実施される場合が多く、また、単

線は屈曲試験時に受ける歪みが従来の燃線よりも大きくなるためと推定される。

【0025】さらに、中心導体11の外径は、好ましくは0.010~0.2mm、特に好ましくは0.020~0.15mmとされている。この外径が0.010mm未満であると、中心導体11にかかる応力が大きくなるため、同軸ケーブル素線1及び同軸ケーブル2の屈曲寿命が低下する傾向にある。これに対し、上記外径が0.2mmを超えると、中心導体11に加わる歪みが大きくなるため、同様に屈曲寿命が低下する傾向にある。

【0026】また、絶縁体12は、可撓性と絶縁性を有する材料より成っており、その材料は特に限定されるものではないが、例えば、エポキシ系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリウレタン系樹脂、ポリビニルアルコール系樹脂、塩化ビニル系樹脂、ビニルエステル系樹脂、アクリル系樹脂、エポキシアクリレート系樹脂、ジアリルフタレート系樹脂、フェノール系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリイミド系樹脂、メラミン系樹脂等の樹脂、それら樹脂から成る有機質繊維、又は無機物質から成る無機質繊維等を用いることができ、これらを単独で又は2種以上組み合わせ使用することできる。具体的には、ポリエチレンテレフタレート等のフッ素系の樹脂が好ましく用いられる。この絶縁体12は、例えば、中心導体11を筒状の中空部を有するモールド内に配置し、この中心導体11の周囲に、上記樹脂材料を押し出して成形することにより、図1に示すような形状に形成される。

【0027】また、外部導体13は、細径の同軸ケーブルにおいて一般的に使用される可撓性を有する外部導体（いわゆる、シールド）を適宜選択して用いることができる。このような外部導体13は、例えば、薄肉細幅のテープ状導体や細径導線を、中心導体11の周囲に被覆された絶縁体12の外周に横巻することにより形成させることができる。また、細径導線や、極細径導線を撚り合わせた細線（例えば、リッツ線）を、図1に示すように絶縁体12の外周に沿って撚り合わせてもよい。なお、本発明においては、図1に示すように、中心導体11の周囲（外周面）に絶縁体12及び外部導体13を設けた状態のものを同軸ケーブル素線1という。

【0028】また、外皮21は、同軸ケーブルで一般的に使用される外皮部材から適宜選択して用いることができ、例えば、上述した樹脂材料のうち熱可塑性を有するもの、或いは他の熱可塑性材料で同軸ケーブル素線1を挟み込み、又は巻き込んだ後、加熱溶着して形成される。また、上述した絶縁体12の形成方法と同様に、樹脂材料を同軸ケーブル素線1の周囲に押出成形させてもよい。さらに、熱硬化性材料を円筒状に加工したものを外皮21とし、この外皮21に同軸ケーブル素線1を收容することも可能であるが、本発明の同軸ケーブル素線1の線径が細い場合には、前記二者の方法が平易であって好ましい。

【0029】さらに、同軸ケーブル素線1においては、中心導体11の引張強さと外部導体13の引張強さとが、下記式（2）で表される関係を満たしている。

$$T_g \leq T_c \leq T_g \times 3 \quad (2)$$

〔式中、 T_c は中心導体11の引張強さを示し、 T_g は外部導体13の引張強さを示す。〕

T_c の値が上記範囲にあると、同軸ケーブル素線1が屈曲される際に、中心導体11及び外部導体13のいずれか一方の屈曲部に応力が集中してしまうことが防止され、いずれか一方の塑性変形が他方よりも大きくなるしない。したがって、中心導体11及び外部導体13のいずれか一方の耐屈曲性が他方よりも極端に低くなることを防止される。その結果、同軸ケーブル素線1の耐屈曲性を一層向上させることが可能となる。

【0030】このように構成された同軸ケーブル素線1及び同軸ケーブル2によれば、以下のような作用効果が奏される。すなわち、中心導体11を形成する金属材料が、銅を主成分とし、銀を含有するので、銅を主成分とする相と銀を主成分とする相が casting 時に生成され、この金属材料から上述した方法等で製造される中心導体11は、前述の2種類の相がいずれも極めて細い繊維状組織を呈する。その結果、中心導体11の機械的強度が増大され、中心導体11の引張強さが格段に高められる。よって、通常は相反する特性である高引張強さ及び高導電率を併せ持つ中心導体11が得られる。そして、中心導体11の引張強さが十分に高められる（引張強さが上述の範囲となっている）ので、疲労限が大きくなるとともに、屈曲特性を向上させることができる。したがって、中心導体11が単線であるにも拘わらず、十分な耐屈曲性を有する同軸ケーブル素線1及び同軸ケーブル2を得ることが可能となる。そして、上記金属材料中の銀の含有率が2~10重量%であると、中心導体11の高引張剛性及び高導電性が確実に発現される傾向にあり、同軸ケーブル素線1及び同軸ケーブル2の耐屈曲性及び導電性を確実に十分に向向上させることが可能となる。

【0031】また、中心導体11の導電率が十分に高められている（導電率が上記範囲となっている）ので、信号伝送時に中心導体11の内部に発生するジュール熱による伝送損失の増大が防止される。したがって、優れた伝送特性を有する同軸ケーブル素線1及び同軸ケーブル2を得ることができる。さらに、信号伝送時のジュール熱発生による伝送損失の増大を防止できるので、そのような伝送損失を抑えるために中心導体11の径を太くする必要がない。したがって、同軸ケーブル素線1及び同軸ケーブル2の細線化を図ることができ、機器内の狭隙部への設置及びその設置密度を高めることができる。加えて、同軸ケーブル素線1及び同軸ケーブル2の軽量化を図ることも可能になる。

【0032】さらに、中心導体11が単線なので、圧接時の配列の崩れによる圧接不良が生じず、同軸ケーブル

10

20

30

40

50

素線 1 及び同軸ケーブル 2 の使用時に断線することが防止される。また、狭ピッチパターンの回路基板へ中心導体 1 1 をはんだ付けする場合に、中心導体 1 1 がばらけることがないので、この接続部において短絡が発生することが防止される。したがって、同軸ケーブル素線 1 又は同軸ケーブル 2 を接続処理する際の作業工数を格段に低減することができるので、接続処理に係る経済性を向上させることが可能となる。またさらに、中心導体 1 1 が単線なので、同軸ケーブル素線 1 又は同軸ケーブル 2 の末端を加圧変形させる際に、圧力等の条件が一定であれば、中心導体 1 1 の断面形状が均一となるように変形される。したがって、複数の同軸ケーブル素線 1 又は同軸ケーブル 2 を、基板等の接続点に一括で確実かつ極めて簡易に接続することが可能となる。その結果、同軸ケーブル素線 1 及び同軸ケーブル 2 を接続処理する際の作業工数を一層低減することができるので、接続処理に係る経済性を一層向上させることができる。

【0033】またさらに、中心導体 1 1 の塑性伸びが、好ましくは上記式 (1) で表される関係を満たしているため、中心導体 1 1 内の亀裂の発生及びその伝搬が抑制される。したがって、同軸ケーブル素線 1 及び同軸ケーブル 2 の耐屈曲性を一層高めることができる。

【0034】さらにまた、中心導体 1 1 の外径が、好ましくは 0.010~0.2mm、特に好ましくは 0.020~0.15mm とされると、中心導体 1 1 にかかる応力の増大を抑えることができるとともに、中心導体 1 1 に加わる歪みの増大を抑えうる。したがって、同軸ケーブル素線 1 及び同軸ケーブル 2 の耐屈曲性をより一層向上させることができる。また、同軸ケーブル素線 1 や同軸ケーブル 2 に定常的な張力が印加される場合でも、その張力に十分に対抗して同軸ケーブル素線 1 や同軸ケーブル 2 の破断を防止することができる。

【0035】また、絶縁体 1 2 が可撓性を有するので、同軸ケーブル素線 1 の屈曲時に絶縁体 1 2 が破断してしまう可能性が低減される。したがって、中心導体 1 1 と外部導体 1 3 とが導通するおそれが少なくなり、屈曲が繰り返されても同軸ケーブル素線 1 及び同軸ケーブル 2 の電磁シールド特性を良好に維持することができる。しかも、外皮 2 1 が可撓性を有するので、同軸ケーブル 2 は、同軸ケーブル素線 1 の優れた耐屈曲性を維持して十分な耐屈曲性を得ることができる。

【0036】次に、図 3 は、本発明の同軸ケーブルに係る他の実施形態を示す断面図である。図 3 に示すように、同軸ケーブル 3 は、複数の同軸ケーブル素線 1 が、可撓性を有する外皮 3 1 (外皮部材) の内側に並列配置されている。外皮 3 1 に用いられる材料は、上述の外皮 2 1 に用いられるのと同様の材料から適宜選択することができる。また、外皮 3 1 は、複数の同軸ケーブル素線 1 の周囲を覆う以外は、外皮 2 1 と同様に形成することができる。

【0037】このように構成された同軸ケーブル 3 においては、外皮 3 1 が可撓性を有するので、同軸ケーブル素線 1 が有する可撓性が保たれ、同軸ケーブル素線 1 の並列方向に沿う軸まわりの曲げに対する耐屈曲性が優れたものとなる。また、同軸ケーブル素線 1 を並列に配置しない場合に比して、同軸ケーブル 3 の厚さを薄くすることができる。よって、機器内の狭隘部への設置が可能となる。加えて、同軸ケーブル素線 1 の末端を均一な形状に加工処理することができるので、基板やコネクタの接続点に同軸ケーブル 3 を確実かつ簡易に接続することが可能となる。したがって、同軸ケーブル 3 の接続処理に要する作業工数を低減できる。

【0038】〈多心同軸ケーブル〉図 4 は、本発明の同軸ケーブルバンドルに係る一実施形態を示す断面図である。同軸ケーブルバンドルとしての多芯同軸ケーブル 4 は、複数の同軸ケーブル 2 が、可撓性を有する外套 4 1 (外套部材) の内側に集合するように配置されたものである。この外套 4 1 は、電磁シールド特性を有する筒状の内側外套 4 1 a の周囲が、樹脂材料から成る筒状の外側外套 4 1 b で覆われて成っている。内側外套 4 1 a は、同軸ケーブル素線 1 を構成する外部導体 1 3 (図 1 及び図 2 参照) と同様に形成することができ、一方、外側外套 4 1 b は、同軸ケーブル 3 を構成する外皮 3 1 (図 3 参照) と同様の材料及び方法で形成することができる。

【0039】このように構成された多芯同軸ケーブル 4 においては、外套 4 1 が可撓性を有するので、同軸ケーブル 2 が有する可撓性が保持され、よって、同軸ケーブル 2 と同等又はそれ以上の耐屈曲性を発現できる。また、同軸ケーブル素線 1 の末端を均一な形状に加工処理することができるので、基板やコネクタの接続点に多芯同軸ケーブル 4 を確実かつ簡易に接続することが可能となる。したがって、多芯同軸ケーブル 4 の接続処理に要する作業工数を低減することが可能となる。

【0040】また、以上説明した本発明による同軸ケーブル素線 1、同軸ケーブル 2、3 及び多芯同軸ケーブル 4 は、例えば、超音波診断装置における診断プローブと信号処理装置とを接続するケーブル、内視鏡の撮像部と信号処理部とを接続するケーブル、或いは、センサ又はプローブと信号処理部とがケーブルで接続されるような他の医療機器の当該ケーブル、産業用ロボットのアーム関節部等の屈曲部に用いられるケーブル、ノート型コンピュータにおけるディスプレイ等の表示部と、メモリ、演算手段及び記憶手段等が配置された本体部とを接続するケーブル、また、加振装置、動力装置等の機械振動にさらされる部位に接続されるケーブル、流体配管内に取り付けられた計装用のセンサ又はプローブ等の流体振動にさらされる部位に接続されるケーブル等に好適に用いることができる。

【0041】なお、中心導体 1 1 及び外部導体 1 3 の表

面には、錫や銀等の金属及びはんだ等によるメッキを施してもよい。また、多芯同軸ケーブル4を構成する外套41は、外側外套41bのみで形成してもよい。さらに、絶縁体12は、絶縁性を有する有機及び／又は無機材料を塗布したり、溶射又は蒸着等によってコーティングすることにより形成されてもよい。

【0042】

【実施例】以下、本発明に係る具体的な実施例について説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0043】〈実施例1〉

(1) 同軸ケーブル素線の作製：まず、銀の含有率が5重量%であり、残部が銅及び不可避不純物である金属材料を鋳造して鋳塊を得た。次に、この鋳塊を冷間圧延した後、熱処理と伸線加工とを行い、外径が0.08mmである素線を作製し、この素線表面に錫メッキを施して中心導体を得た。次いで、この中心導体の周囲にポリエチレンテレフタレートから成る絶縁体を外径が0.23mmとなるように押出成形し、さらに、引張強さが55kg/mm²の銅合金から成る外径0.03mmの錫メッキ銅合金線を横巻きシールド処理することにより外部導体を形成して同軸ケーブル素線を得た。上記中心導体の引張強さ及び塑性伸び、並びに外部導体の引張強さの測定結果を表1に示す。

(2) 同軸ケーブルの作製：上記同軸ケーブル素線をポリ塩化ビニル（以下、「PVC」という）から成る帯状材料で挟み込み、加熱装置によって帯状材料を同軸ケーブル素線の表面全体に加熱溶着させて外径0.33mmの単芯の同軸ケーブルを得た。

(3) 多芯同軸ケーブルの作製：上記同軸ケーブル192本を、各同軸ケーブル中心軸方向を一致させて外郭が円状になるように束ねて同軸ケーブルの集合体を得た。この集合体の外周に、細径の錫メッキ導体を編組加工し、更にその外周に略円筒状を成すPVCの外套を施して外径8.2mmの同軸ケーブルバンドルとしての多芯同軸ケーブルを得た。

【0044】〈実施例2〉中心導体に、銀の含有率が3重量%であり、残部が銅及び不可避不純物である金属材料を使用し、外部導体に引張強さが80kg/mm²の銅合金から成る錫メッキ銅合金線を使用したこと以外は、上記実施例1と同様にして多芯同軸ケーブルを得た。中心導体の引張強さ及び塑性伸び、並びに外部導体の引張強さの測定結果を表1に示す。

【0045】〈比較例1〉中心導体に、引張強さが80kg/mm²の銅合金から成る外径0.03mmの錫メッキ銅合金線を撚り合わせた外径0.09mmの撚線を使用したこと以外は、上記実施例1と同様にして多芯同軸ケーブルを得た。中心導体の引張強さ及び塑性伸び、並びに外部導体の引張強さの測定結果を表1に示す。

【0046】〈比較例2〉JIS C 3106に規定

される電気用荒引銅線を加工して得られた外径0.08mmの錫メッキ銅線の単線を中心導体に用いたこと以外は、上記実施例1と同様にして多芯同軸ケーブルを得た。中心導体の引張強さ及び塑性伸び、並びに外部導体の引張強さの測定結果を表1に示す。

【0047】〈比較例3〉JIS C 3106に規定される電気用荒引銅線を加工して得られた外径0.08mmの錫メッキ銅線の単線を中心導体に用いたこと以外は、上記実施例2と同様にして多芯同軸ケーブルを得た。中心導体の引張強さ及び塑性伸び、並びに外部導体の引張強さの測定結果を表1に示す。

【0048】〈屈曲試験1〉実施例1及び2、並びに比較例1～3に使用した中心導体を試験体とし、前述した屈曲試験方法1に示す方法にしたがって屈曲試験を実施した。その結果、実施例に使用した本発明に用いる中心導体は、比較例1に比べて3～4倍、比較例2及び3に比べて10倍以上の屈曲回数に耐え、屈曲寿命に優れた高い耐屈曲性を備えることが確認できた。このことより、本発明の同軸ケーブル素線、同軸ケーブル、及び同軸ケーブルバンドルは、中心導体として耐屈曲性に優れた中心導体を用いることで、中心導体に撚線を用いた従来のものに比して、耐屈曲性に優れていることが理解される。

【0049】〈屈曲試験2〉実施例1、実施例2、比較例1、比較例2、及び比較例3で作製した各多芯同軸ケーブルに対して、前述した屈曲試験方法2に示す方法に従って屈曲試験を実施した。結果を表1にまとめて示す。この結果より、実施例1及び2の多芯同軸ケーブルは、それぞれ60万回及び30万回を超える回数の屈曲でも中心導体の破断が起こらず、中心導体が撚線から成る比較例1の多芯同軸ケーブルと同等以上の十分な耐屈曲性を有していることが確認された。一方、中心導体が単線から成る比較例2及び3の多芯同軸ケーブルは、12000回の屈曲で破断しており、実施例1及び2の多芯同軸ケーブルの耐屈曲性は、比較例2及び3の多芯同軸ケーブルの20倍以上であることが確認された。これらのことより、本発明による同軸ケーブルバンドルは、中心導体に単線を用いているにも拘わらず、十分な耐屈曲性を有することが理解される。

【0050】〈端末圧縮試験〉実施例1及び比較例1で作製した各同軸ケーブル素線の端末を金型に挟み込み、二方向から荷重をかけて端末を圧縮変形させた。このような圧縮変形の前において、各同軸ケーブルを構成する中心導体の断面形状を顕微鏡で観察した。その結果、圧縮変形の前では、全ての中心導体の断面は略真円状であった。また、圧縮変形の後では、実施例1に用いた中心導体の断面は扁平な楕円状を呈し、かつ、その形状には再現性があった。一方、比較例1に用いた撚線から成る中心導体は、その撚線を構成する細線がばらけてしまい、圧縮変形毎に断面形状が変化してしまっ

10

20

30

40

50

圧縮変形後の各同軸ケーブル素線を基板にはんだで接合したところ、中心導体の断面形状が均一な楕円状に変形された実施例 1 の同軸ケーブル素線は、楕円の偏平面を接点として基板に良好に接続された。一方、比較例 1 の同軸ケーブル素線は、ばらけてしまった細線の影響で接続が困難であり、その細線をまとめて固定するために

同軸ケーブル素線の先端部に予備的なはんだ付けを施す必要があった。このことより、本発明の同軸ケーブル素線は、端末の加工性に極めて優れ、よって、基板等への接続が極めて簡易であることが理解される。

【 0 0 5 1 】

【表 1】

		実施例 1	実施例 2	比較例 1	比較例 2	比較例 3
中心導体	構 造	単線	単線	撚線	単線	単線
	引張強さ(kgf/mm ²)	1 4 0	1 2 5	8 0	5 0	5 0
	塑性伸び(%)	0 . 3	0 . 6	0 . 8	0 . 9	0 . 9
外部導体	引張強さ(kgf/mm ²)	5 5	8 0	5 5	5 5	8 0
屈曲試験 1	破断に至る屈曲回数	4 2 5 0	3 5 0 0	1 5 0 0	3 5 0	3 5 0
		5 4 0 0	4 4 0 0	1 1 5 0	4 0 0	4 0 0
屈曲試験 2	破断に至る屈曲回数	6 0 万回超	3 0 万回超	3 0 万回超	1 2 0 0 0	1 2 0 0 0
	3 0 万回屈曲後の絶縁破壊の有無	なし	なし	なし	あり	あり
端末圧縮試験	端末の変形加工性	良好(均一)	—	不良(ばらけ)	—	—
	基板への接続性	良好	—	予備はんだ要	—	—

【 0 0 5 2 】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、十分な耐屈曲性を有しつつ、接続部の断線や短絡を有効に防止することができるとともに、経済性に優れた同軸ケーブル素線、同軸ケーブル、及び同軸ケーブルバンドルを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の同軸ケーブルに係る一実施形態を示す斜視図である。

【図 2】本発明の同軸ケーブルに係る一実施形態を示す断面図である。

【図 3】本発明の同軸ケーブルに係る他の実施形態を示す断面図である。

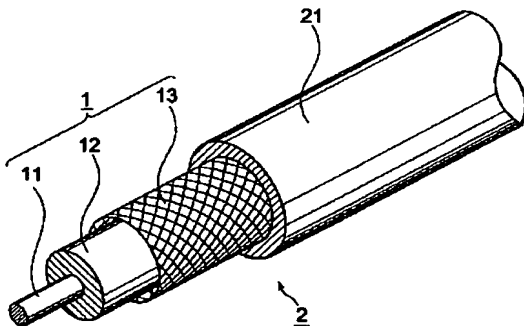
【図 4】本発明の同軸ケーブルバンドルに係る一実施形態を示す断面図である。

【図 5】本発明における屈曲試験方法を説明するための模式図である。

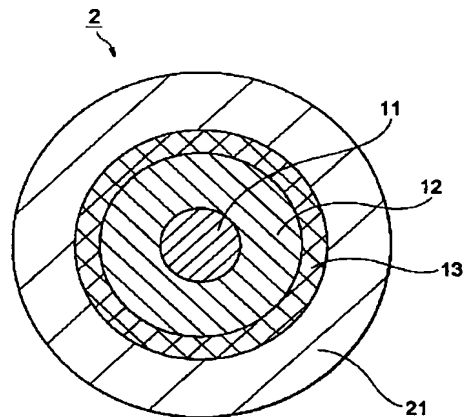
【符号の説明】

1…同軸ケーブル素線、2、3…同軸ケーブル、4…多芯同軸ケーブル（同軸ケーブルバンドル）、11…中心導体、12…絶縁体、13…外部導体、21、31…外皮（外皮部材）、41…外套（外套部材）。

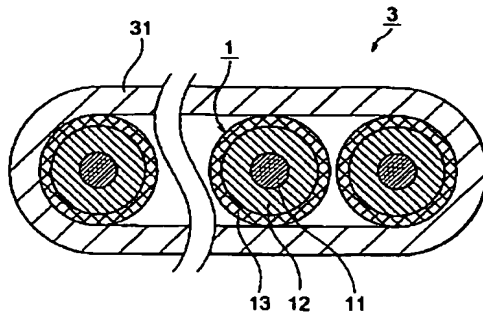
【図 1】



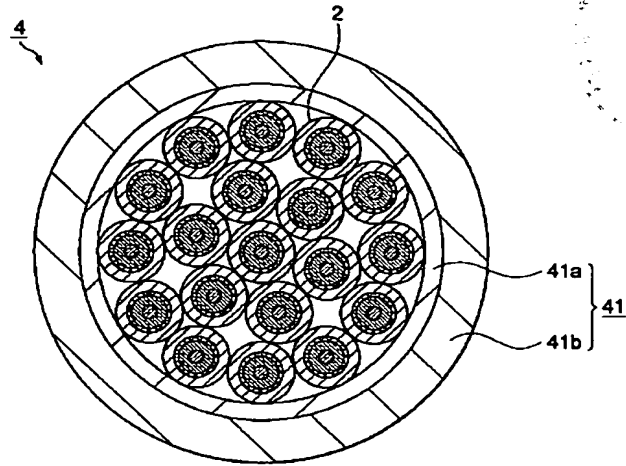
【図 2】



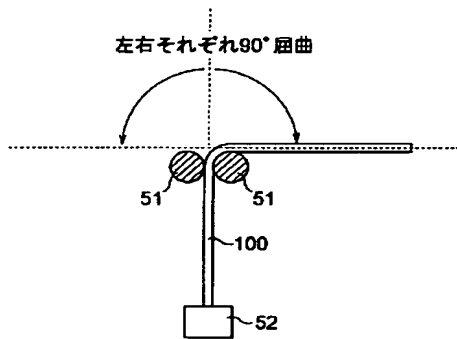
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72) 発明者 千葉 幸文
大阪府大阪市此花区島屋 1 丁目 1 番 3 号
住友電気工業株式会社大阪製作所内

F ターム(参考) 5G301 AA01 AA08 AB02 AB05 AD01
5G311 AA04 AB03 AB04 AD03



THIS PAGE BLANK (USPTO)